

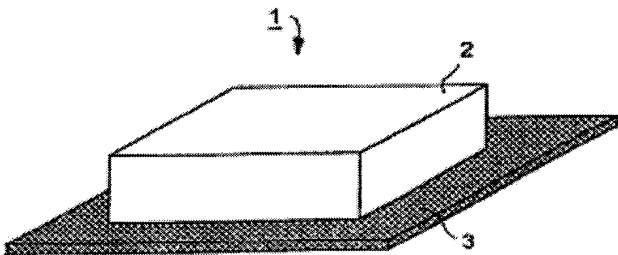
**Metal foam heat exchanger, especially for electronic components, has a metal film on at least one of its outer surfaces with which a contact or connection is formed or made with the component that is to be cooled**

**Publication number:** DE10324190  
**Publication date:** 2005-01-05  
**Inventor:** SCHAEDLICH-STUBENRAUCH JUERGEN (NL); GIRLICH DIETER (DE); KUEHN CARSTEN (DE)  
**Applicant:** PORE GMBH M (DE)  
**Classification:**  
- **international:** *F28F13/00; H01L23/373; F28F13/00; H01L23/34;* (IPC1-7): H01L23/36; F28F21/08; G06F1/20; H05K7/20  
- **European:** F28F13/00B; H01L23/373H  
**Application number:** DE20031024190 20030528  
**Priority number(s):** DE20031024190 20030528

Report a data error here

**Abstract of DE10324190**

Heat exchanger (1) comprises at least a heat sink (2) made from open-pored metal foam, through which a cooling medium can flow. At least a surface of the heat sink is covered with a metal film (3) that is also in contact with a component to be cooled. The metal film can, for example, be soldered to a component that is to be cooled.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 103 24 190 A1** 2005.01.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 24 190.6**

(22) Anmeldetag: **28.05.2003**

(43) Offenlegungstag: **05.01.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H01L 23/36**

**F28F 21/08, H05K 7/20, G06F 1/20**

(71) Anmelder:

**m.pore GmbH, 01277 Dresden, DE**

(74) Vertreter:

**Kaufmann, S., Doz., Dr.-Ing., habil., Pat.-Anw.,  
01309 Dresden**

(72) Erfinder:

**Schädlich-Stubenrauch, Jürgen, Dr., Vaals, NL;  
Girlich, Dieter, Dr., 01309 Dresden, DE; Kühn,  
Carsten, 55595 Bockenheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

**DE 100 55 454 A1**

**DE 691 26 686 T2**

**US 61 96 307 B1**

**EP 05 59 092 A1**

**WO 02/0 93 644 A3**

**WO 02/0 93 644 A2**

**JP 01-1 47 294 A**

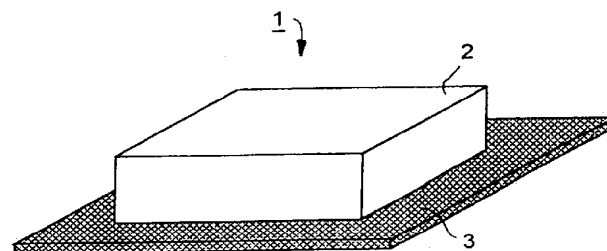
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher (1), der zumindest einen Kühlkörper (2) aus offenporigem Metallschaum umfaßt, wobei zumindest eine Oberfläche des Kühlkörpers (2) mit einer Metallfolie (3) bedeckt ist, die sich in Kontakt mit einem zu kühlenden Bauelement befindet.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher.

**[0002]** Wärmetauscher sind Vorrichtungen, die Wärme von einem Medium mit höherer Temperatur auf ein Medium mit niedrigerer Temperatur übertragen, wobei sich das wärmere Medium abkühlt, während sich das kältere Medium erwärmt. In Abhängigkeit vom Anwendungszweck sind unterschiedliche technische Ausführungen von Wärmetauschern bekannt.

**[0003]** Für einen effektiven Wärmeaustausch zwischen den Medien ist eine möglichst große Austauschfläche erforderlich. Zu diesem Zweck weisen Wärmetauscher Kühlkörper mit Rippenprofil und Bandwicklungen oder lamellenbesetzte Rohre auf. Der berührungslose Kontakt zwischen einem derartigen Kühlkörper und einem Medium wird über Rohre oder ähnliches hergestellt, die mit dem Kühlkörper mechanisch verbunden sind. Derartige Verbindungen, die durch Pressen, Kleben oder Fügen hergestellt wurden, haben den Nachteil, daß Luftspalte Barrieren für den Wärme fluß bilden und die mechanische Belastbarkeit gering ist. Überdies ist die Berührungsfläche für den Wärmeaustausch zwischen Kühlkörper und Rohr gering, aufgrund der Rohre sind derartige Wärmeaustauscher schwer, der Aufbau solcher Wärmeaustauscher kann nur schwer variiert werden und die Werkstoffauswahl zur Konstruktion dieser Wärmeaustauscher ist vergleichsweise gering. Außerdem sind solche Wärmeaustauscher in bezug auf ihr Leistungsvermögen groß und daher auch schwer.

**Stand der Technik**

**[0004]** Zur Verbesserung des Wärmeaustausches wird in DE 101 23 456.2 ein Wärmetauscher vorgeschlagen, der aus offenporigem Metallschaum besteht, dessen Zellen derart miteinander verbunden sind, daß ein fluides Medium durch den Metallschaum hindurch fließen kann. An den offenporigen Metallschaum ist ein Bauelement stoffschlüssig angegossen. Das Bauelement kann als Platte ausgebildet sein, wobei die Platte selbst keine Poren aufweist, sondern als Vollmaterial gebildet ist.

**Aufgabenstellung**

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen. Insbesondere soll ein Wärmetauscher angegeben werden, dessen Aufbau flexibel gestaltet werden kann und eine geringe Größe und ein geringes Gewicht besitzt.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen

der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 9.

**[0007]** Nach Maßgabe der Erfindung ist ein Wärmetauscher vorgesehen, der zumindest einen Kühlkörper aus offenporigem Metallschaum umfaßt, wobei zumindest eine Oberfläche des Kühlkörpers mit einer Metallfolie bedeckt ist, die sich in Kontakt mit einem zu kühlenden Bauelement befindet.

**[0008]** Der erfindungsgemäße Wärmeaustauscher kann besonders vorteilhaft zur Kühlung elektronischer Bauelemente verwendet werden. Dazu wird die dem Kühlkörper abgewandte Seite der Metallfolie mit einem Löthilfsstoff wie beispielsweise Lötzinn beschichtet, so daß die Metallfolie auf die Oberfläche des elektronischen Bauelementes aufgeklebt werden kann. Die von dem elektronischen Bauelement erzeugte Wärme wird so effektiv in die Metallfolie und von dort in den Kühlkörper geleitet. Aufgrund der Metallschaumstruktur des Kühlkörpers kann der Kühlkörper von einem Kühlmedium durchströmt werden, um die Wärme aus dem Kühlkörper abzuführen.

**[0009]** Die Metallfolie ersetzt die Rohre bisher bekannter Wärmetauscher. Aufgrund dessen kann ein leichter und kleiner Wärmetauscher hergestellt werden, der bessere Wärmeübergänge ermöglicht und dessen Aufbau leicht modifiziert werden kann. Darüber hinaus ist die Werkstoffauswahl für die einzelnen Komponenten größer, da die Anforderung an eine Folie im Hinblick auf Formbarkeit, Beständigkeit usw. im Vergleich zu einem Rohr wesentlich geringer sind.

**[0010]** Der Begriff "Metallfolie" bedeutet im Rahmen dieser Erfindung eine Folie mit einer Dicke von 0,02 ... 0,5 mm. Die Metallfolie besteht vorzugsweise aus Aluminium, Kupfer oder Stahl.

**[0011]** Der Metallschaum ist ein offenporiger Metallschaum, d. h. die in der Metallstruktur enthaltenden Hohlräume stehen miteinander in Verbindung, so daß ein Kühlmittel durch Metallschaum strömen kann. Der Metallschaum besteht vorzugsweise aus Aluminium, Kupfer oder Stahl, wobei das Material des Metallschaums unabhängig von dem Material der Metallfolie gewählt werden kann.

**[0012]** Ein bevorzugter Wärmetauscher weist einen Kühlkörper aus Aluminium und eine Metallfolie aus Kupfer auf.

**[0013]** Die Metallfolie und der Kühlkörper können stoff- oder kraftschlüssig miteinander verbunden sein. Bevorzugt werden die Metallfolie und der Kühlkörper miteinander verschweißt, verlötet oder verklebt. Alternativ kann die Metallfolie in den Metallschaum eingepreßt werden.

**[0014]** Die Metallfolie ist in einer bevorzugten Ausführungsform strukturiert. Der Begriff "Strukturierung" ist dabei so zu verstehen, daß einerseits nur die Oberfläche der Metallfolie strukturiert wird oder andererseits die Metallfolie kanalartige Strukturen aufweist. Die kanalartigen Strukturen sind so ausgerichtet, daß sie den Transport eines Kühlmittels parallel zu den Oberflächen der Metallfolie durch die Metallfolie ermöglichen. Eine Strukturierung der Metallfolie kann durch Pressen, Prägen, Ätzen, thermische Behandlung, Bestrahlung oder jedes andere dem Fachmann zu diesem Zweck bekannte Verfahren erreicht werden. Die Strukturierung der Metallfolie führt zu einer Vergrößerung der Oberfläche der Metallfolie, so daß Wärme effizienter von dem zu kühlenden Bauelement in den Metallschaum geleitet wird.

**[0015]** Die geometrische Form des Wärmetauschers ist sehr variabel, der Metallschaum kann in einer für den jeweiligen Anwendungszweck geeigneten Form hergestellt werden. Der Kühlkörper kann eine quader-, würfel-, rohrförmige oder kammartige Gestalt aufweisen.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist der erfindungsgemäße Wärmetauscher modular aufgebaut. Dabei wird eine Sandwich-artige Struktur ausgebildet, wobei sich zwischen zwei benachbarten Kühlkörpern eine Metallfolie befindet. Eine weitere Folie befindet sich in Kontakt mit dem zu kühlenden Bauelement. Die von dem zu kühlenden Bauelement entwickelte Wärme gelangt über die erste Metallfolie in den ersten Kühlkörper, aus dem ein Teil der Wärme von dem Kühlmedium, daß den ersten Kühlkörper durchströmt, abgeführt wird. Ein weiterer Teil der Wärme wird jedoch über eine zweite Metallfolie, die die Oberfläche des ersten Kühlkörpers bedeckt, die der Oberfläche gegenüberliegt, die die erste Metallfolie bedeckt, auf einen zweiten Kühlkörper übertragen. Dieser zweite Kühlkörper wird ebenfalls von einem Kühlmedium, vorzugsweise im Gegenstromprinzip zum ersten Kühlkörper durchströmt. Auch dieser zweite Kühlkörper kann von einer weiteren (dritten in bezug auf den Wärmeaustauscher insgesamt) bedeckt sein, die wiederum mit einem dritten Kühlkörper in Kontakt steht. Die Kühlmedien können jeweils nach dem Gleich-, Gegen- oder Kreuzstromprinzip durch die einzelnen Kühlkörper in bezug auf den oder die benachbarten Kühlkörper oder die Metallfolie(n) geführt werden.

**[0017]** Vorteil dieses sandwichartigen Aufbaus des Wärmetauschers ist die effektivere Abführung von Wärme, so daß Wärmestaus besser vermieden werden können.

**[0018]** In allen Fällen kann/können auch die Metallfolie(n) im Gleich-, Gegen- oder Kreuzstromprinzip in bezug auf den oder die benachbarten Kühlkörper oder die weitere(n) Metallfolie(n) von Kühlmedium

durchströmt werden.

#### Ausführungsbeispiel

**[0019]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0020]** Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers mit einem Kühlkörper aus offenporigem Metallschaum und mit einer Metallfolie;

**[0021]** Fig. 2 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers mit Sandwich-artigem Aufbau;

**[0022]** Fig. 3 eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers mit Sandwich-artigem Aufbau;

**[0023]** Fig. 4 eine strukturierte Metallfolie und

**[0024]** Fig. 5 eine andere strukturierte Metallfolie.

**[0025]** Nach Fig. 1 besteht der Wärmetauscher 1 aus einem Kühlkörper 2 und einer Metallfolie 3, die die Unterseite des Kühlkörpers 2 bedeckt. Die Metallfolie 3 ist mit dem Kühlkörper 1 verschweißt. Der Wärmetauscher 1 kann auf ein zu kühlendes Bauelement (nicht gezeigt) aufgebracht werden. Dazu wird die dem Kühlkörper 2 abgewandte Seite der Metallfolie 3 mit einem Lötzusatzstoff wie Lötzinn beschichtet, so daß die Metallfolie 3 und damit der gesamte Kühlkörper 1 auf das zu kühlende Bauelement geklebt werden können. Die von dem Bauelement entwickelte Wärme wird dann über die Metallfolie 3 auf den Kühlkörper 2 übertragen. Der Kühlkörper 2, der aus offenporigem Metallschaum besteht, wird von einem fluiden Kühlmedium durchströmt, so daß die Wärme aus dem Kühlkörper 1 abtransportiert wird.

**[0026]** Die Metallfolie, 0,2 mm dick, besteht beispielhaft aus Kupfer. Der Kühlkörper besteht aus offenporigem Aluminium-Schaum, der wie in DE 101 23 456 A1 beschrieben hergestellt wurde. Der Wärmetauscher zeichnet sich neben den grundsätzlich bekannten Vorteilen, die der Metallschaum impliziert, durch hohe Wärmeleitfähigkeit, geringe Masse und daraus folgend eine kurze Reaktionszeit aus.

**[0027]** Der in Fig. 2 gezeigte Wärmetauscher 4 besteht aus drei Kühlkörpern 5, 7 und 9 sowie drei Metallfolien 6, 8 und 10. Die dritte Metallfolie 6 befindet sich zwischen dem dritten Kühlkörper 5 und dem zweiten Kühlkörper 7, mit denen sie jeweils verschweißt ist. Die zweite Metallfolie 8 befindet sich zwischen dem zweiten Kühlkörper 7 und dem ersten Kühlkörper 9, mit denen sie jeweils verschweißt ist. Der erste Kühlkörper 9 umfaßt weiterhin eine erste Me-

tallfolie **10**, die die Oberfläche des Kühlkörpers **9** bedeckt, die der von der zweiten Metallfolie **8** bedeckten Oberfläche des Kühlkörpers abgewandt ist. Die erste Metallfolie **10** ist mit dem ersten Kühlkörper verschweißt.

**[0028]** Der Wärmetauscher **4** kann auf ein zu kühlendes Bauelement (nicht gezeigt) aufgebracht werden. Dazu wird die dem ersten Kühlkörper **9** abgewandte Seite der Metallfolie **10** mit einem Lötzusatzstoff wie Lötzinn beschichtet, so daß die Metallfolie **10** und damit der gesamte Wärmetauscher **4** auf das zu kühlende Bauelement geklebt werden können. Die von dem Bauelement entwickelte Wärme wird dann über die Metallfolie **10** auf den Kühlkörper **9** übertragen. Der Kühlkörper **9**, der aus offenporigem Metallschaum besteht, wird von einem fluiden Kühlmedium in Richtung des Pfeils C durchströmt, so daß ein Teil der Wärme aus dem ersten Kühlkörper **9** abtransportiert wird. Ein anderer Teil der Wärme wird aus dem Kühlkörper **9** über die Metallfolie **8** auf den Kühlkörper **7** übertragen. Der Kühlkörper **7**, der aus offenporigem Metallschaum besteht, wird von einem fluiden Kühlmedium in Richtung des Pfeils B durchströmt, so daß ein Teil der Wärme aus dem zweiten Kühlkörper **7** abtransportiert wird. Ein weiterer Teil der Wärme wird aus dem Kühlkörper **7** über die Metallfolie **6** auf den Kühlkörper **5** übertragen. Der Kühlkörper **7**, der aus offenporigem Metallschaum besteht, wird von einem fluiden Kühlmedium in Richtung des Pfeils C durchströmt, so daß Wärme aus dem zweiten Kühlkörper **7** abtransportiert wird. Die Kühlkörper werden somit im Gegenstromprinzip durchströmt.

**[0029]** Diese Ausführungsform bietet den Vorteil einer effizienteren Kühlung, so daß im Vergleich zu der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform Wärmestaus in dem (ersten) Kühlkörper verhindert werden können.

**[0030]** Die Metallfolien **6, 8** und **10** haben dieselben Eigenschaften wie die Metallfolie **3**. Die Kühlkörper **5, 7** und **9** haben dieselben Eigenschaften wie der Kühlkörper **2**. Es ist jedoch auch möglich, daß die Metallfolien **6, 8** und **10** mit unterschiedlichen Eigenschaften gewählt werden, so daß sie voneinander verschieden sind. Das gilt ebenso für die verwendeten Kühlkörper.

**[0031]** Der in **Fig. 3** gezeigte Wärmetauscher **11** besteht aus einem ersten Kühlkörper **12** und einem zweiten Kühlkörper **14**, zwischen denen sich eine Metallfolie **13** befindet, die mit den Kühlkörpern **12** und **14** verschweißt ist. Die Metallfolie **13** weist kanalartige Strukturierungen **15** auf, durch die ein Kühlmedium (Pfeil D) geführt werden kann.

**[0032]** Der Wärmetauscher **11** wird auf einem zu kühlenden Bauelement (nicht gezeigt), fixiert. Die von dem Bauelement entwickelte Wärme wird von der Wärmequelle auf die Folie **13** und von dieser di-

rekt auf die Kühlkörper **12** und **14** übertragen, wobei ein Teil der Wärme bereits von dem Kühlmedium, daß die Metallfolie durchströmt, abgeführt wird. Die Kühlkörper werden von einem Kühlmedium jeweils im Gegenstrom zu dem Kühlmedium, das durch die Metallfolie fließt, durchströmt.

**[0033]** Die Metallfolie **15** hat, abgesehen von der Strukturierung, dieselben Eigenschaften wie die Metallfolie **3**. Die Kühlkörper **12, 14** haben dieselben Eigenschaften wie der Kühlkörper **2**. Die Kühlkörper **12** und **14** können jedoch auch voneinander verschieden sein.

**[0034]** Vorteil dieser Ausführungsform ist, der hohe Wirkungsgrad bezogen auf das Volumen des Wärmetauschers; dadurch wird der Trend zur Miniaturisierung der Bauteile unterstützt.

**[0035]** Die **Fig. 4** und **5** zeigen strukturierte Metallfolien. Die Metallfolie **16** weist geradlinige kanalförmige Strukturen **17** auf (**Fig. 4**), die Metallfolie **18** gekrümmte kanalförmige Strukturen **19** (**Fig. 5**). In beiden Fällen ist die Oberfläche der Metallfolie strukturiert, die der Oberfläche abgewandt ist, die mit dem Kühlkörper verschweißt wird. Wie die **Fig. 4** und **5** zeigen, ist die Kanalstruktur beliebig wählbar, solange sie von einem Kühlmedium durchströmt werden kann.

**[0036]** Auch wenn die Metallfolie nicht von einem Kühlmedium durchströmt wird, ermöglicht die Strukturierung einen besseren Wärmeübergang von dem zu kühlenden Bauelement auf den Kühlkörper. In diesem Fall muß die Strukturierung nicht kanalförmig sein.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Wärmetauscher
<b>2</b>	Kühlkörper
<b>3</b>	Metallfolie
<b>4</b>	Wärmetauscher
<b>5</b>	dritter Kühlkörper
<b>6</b>	dritte Metallfolie
<b>7</b>	zweiter Kühlkörper
<b>8</b>	zweite Metallfolie
<b>9</b>	erster Kühlkörper
<b>10</b>	erste Metallfolie
<b>11</b>	Wärmetauscher
<b>12</b>	erster Kühlkörper
<b>13</b>	Metallfolie

14	zweiter Kühlkörper
15	rohrartige Strukturen in der Metallfolie
13	
16	Metallfolie
17	Strukturierung
18	Metallfolie
19	Strukturierung
A, B, C, D	Strömungsrichtungen eines fluiden Kühlmediums

### Patentansprüche

1. Wärmetauscher, umfassend zumindest einen Kühlkörper aus offenporigem Metallschaum, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Oberfläche des Kühlkörpers mit einer Metallfolie bedeckt ist, die sich in Kontakt mit einem zu kühlenden Bauelement befindet.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfolie strukturiert ist.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfolie mit dem Kühlkörper stoffschlüssig verbunden ist.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfolie mit dem Kühlkörper verlötet, verschweißt oder verklebt ist.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfolie in den Metallschaum eingepreßt ist.

6. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er einen sandwichartigen Aufbau aufweist, wobei jeweils eine Metallfolie zwischen jeweils zwei benachbarten Kühlkörpern aus offenporigem Metallschaum angeordnet ist.

7. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper und die Metallfolie unabhängig von einander aus Aluminium, Kupfer oder Stahl bestehen.

8. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfolie eine kanalartige Strukturierung aufweist, so daß ein Kühlmittel durch die Folie geführt werden kann.

9. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Kühlkörper abgewandte Oberfläche der Metallfolie mit einem Löt Hilfsstoff wie Lötzinn beschichtet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

